

PATENT



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Chang-Ho SUH et al.

Docket: 678-1271

Serial No.: 10/673,531

Dated: November 12, 2003

Filed: September 29, 2003

For: **APPARATUS AND METHOD FOR
GENERATING PREAMBLE SEQUENCE
IN A OFDM COMMUNICATION SYSTEM**

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Enclosed are certified copies of Korean Appln. Nos. 59615/2002 filed on September 30, 2002 and 69471/2002 filed on November 9, 2002, from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,


Paul J. Farrell
Registration No. 33,494
Attorney for Applicants

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Boulevard
Uniondale, New York 11553
(516) 228-8484

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. § 1.8 (a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, postpaid in an envelope, addressed to the: Commissioner of Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on November 12, 2003.

Dated: November 12, 2003



Paul J. Farrell



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0059615
Application Number

출 원 년 월 일 : 2002년 09월 30일
Date of Application SEP 30, 2002

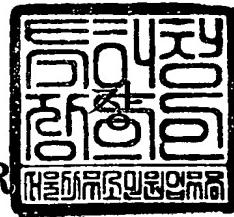
출 원 인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 09 월 19 일

특 허 청

COMMISSIONER





1020020059615

출력 일자: 2003/9/25

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2002.09.30
【국제특허분류】	H04M
【발명의 명칭】	직교 주파수 분할 다중 방식을 사용하는 통신시스템에서 프리앰 블 시퀀스 생성 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS FOR GENERATING PREAMBLE SEQUENCE IN COMMUNICATION SYSTEM USING ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING SCHEME AND METHOD THEREOF
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정대권
【성명의 영문표기】	JUNG,Dae Kwon
【주민등록번호】	710910-1919210
【우편번호】	442-804
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄3동 866~872
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	카오 펑밍
【성명의 영문표기】	CAO,FengMing
【주소】	중국 베이징시 하이단구 종관천나루 9호 이광과기빌딩 4층
【국적】	CN

【발명자】

【성명의 국문표기】 왕하이

【성명의 영문표기】 WANG,Hai

【주소】 중국 베이징시 하이단구 종관천나루 9호 이광과기빌딩 4층

【국적】 CN

【발명자】

【성명의 국문표기】 천준

【성명의 영문표기】 CHEN,Jun

【주소】 중국 베이징시 하이단구 종관천나루 9호 이광과기빌딩 4층

【국적】 CN

【발명자】

【성명의 국문표기】 서창호

【성명의 영문표기】 SUH, Chang Ho

【주민등록번호】 780329-1068922

【우편번호】 156-020

【주소】 서울특별시 동작구 대방동 14-15호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 주판유

【성명의 영문표기】 JOO,Pan Yuh

【주민등록번호】 701027-1053025

【우편번호】 135-270

【주소】 서울특별시 강남구 도곡동 우성리빙텔 1702호

【국적】 KR

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
이건주 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 21 면 21,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 50,000 원

【요약서】**【요약】**

본 발명은 제1개수의 부반송파들을 가지며, 제2개수의 부분 채널들을 가지는 직교 주파수 분할 다중 통신시스템에서 프리앰블 시퀀스를 생성하는 방법에 있어서, 상기 제2개수의 부분 채널들 중 상기 제2개수 미만의 제3개수의 부분 채널들을 할당할 경우 제4개수의 성분들을 가지는 프리앰블 시퀀스를 생성하는 과정과, 주파수 대역의 보호구간을 주기 위해 널 데이터를 삽입하고, 상기 제3개수에 상응하게 상기 프리앰블 시퀀스에서 제5개수의 성분들을 결정하여 상기 널 데이터가 삽입된 부반송파를 이외의 부반송파들에 삽입하고, 상기 널 데이터와, 제5개수의 성분들이 삽입된 부반송파를 이외의 부반송파들에 다시 널 데이터를 삽입한 후 역고속 푸리에 변환하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

【대표도】

도 5

【색인어】

프리앰블 시퀀스, 부분 채널화, 피크대 평균 전력비

【명세서】**【발명의 명칭】**

직교 주파수 분할 다중 방식을 사용하는 통신시스템에서 프리앰블 시퀀스 생성 장치 및 방법{APPARATUS FOR GENERATING PREAMBLE SEQUENCE IN COMMUNICATION SYSTEM USING ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING SCHEME AND METHOD THEREOF}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 통상적인 OFDM 통신 시스템의 긴 프리앰블 시퀀스(long preamble sequence) 구조를 도시한 도면

도 2는 통상적인 OFDM 통신 시스템의 짧은 프리앰블 시퀀스(short preamble sequence) 구조를 도시한 도면

도 3은 통상적인 OFDM 통신 시스템에서 IFFT 수행시 부반송파들과 프리앰블 시퀀스와의 매핑 관계를 개략적으로 도시한 도면

도 4는 통상적인 OFDM 통신 시스템의 송신기 구조를 개략적으로 도시한 도면

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDM 통신 시스템에서 IFFT 수행시 부반송파들과 프리앰블 시퀀스와의 매핑 관계를 개략적으로 도시한 도면

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 프리앰블 시퀀스 맵핑 과정을 도시한 도면

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <7> 본 발명은 직교 주파수 분할 다중 통신 시스템에 관한 것으로서, 특히 부분 채널화를 위한 프리앰블 시퀀스를 생성하는 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <8> 일반적으로 무선 통신 시스템(wireless communication system)은 무선 통신 서비스를 지원하는 시스템으로서, 기지국(Node B)과 사용자 단말기(UE: User Equipment)로 구성된다. 그리고, 상기 기지국과 상기 사용자 단말기는 전송 프레임(frame)을 사용하여 무선 통신 서비스를 지원한다. 따라서, 상기 기지국과 상기 사용자 단말기는 전송 프레임의 송신 및 수신을 위해 상호 동기를 획득하여야 하며, 상기 동기 획득을 위해서 상기 기지국은 상기 사용자 단말기가 상기 기지국에서 전송하는 프레임의 시작을 알 수 있도록 동기 신호를 전송한다. 그러면, 상기 사용자 단말기는 상기 기지국이 전송하는 동기신호를 수신하여 상기 기지국의 프레임 타이밍(frame timing)을 확인하고, 상기 확인된 프레임 타이밍에 따라서 수신되는 프레임을 복조하게 된다. 그리고 상기 동기신호는 기지국과 상기 사용자 단말기가 미리 약속하고 있는 특정 프리앰블 시퀀스(preamble sequence)를 사용하는 것이 일반적이다.
- <9> 또한 상기 직교 주파수 분할 다중(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 "OFDM"이라 칭하기로 한다) 통신 시스템에서 사용되는 프리앰블 시퀀스는 피크대 평균 전력비(PAPR: Peak to Average Power Ratio, 이하 "PAPR"이라 칭하기로 한다)가 작은 것을 사용하며, 기지국에서 사용자 단말기로 전송하는 프리앰블은 대략적 동기(coarse synchronization)를 수행하기 위해 필요한 긴 프리앰블 중 앞 부분의 프리앰블과, 미세 주파수 동기를 수행하기

위해 필요한 짧은 프리앰블을 연결하여 사용한다. 또한 상기 사용자 단말기에서 기지국으로 전송하는 프리앰블은 상기 짧은 프리앰블 만을 이용하여 미세 주파수 동기를 획득하도록 한다.

<10> 또한 상기 OFDM 통신 시스템에서는 하나의 프레임을 주파수적으로 다중화하여 여러 사용자들, 즉 사용자 단말기들에 대한 데이터들을 전송한다. 상기 OFDM 통신 시스템에서도 프레임의 시작을 알려주는 프레임 프리앰블이 프레임의 시작점에서부터 일정 구간동안 전송된다. 또한, 하나의 프레임 내에 상기 각 사용자들에게 전송하는 데이터가 불규칙적으로 전송될 수 있으므로 데이터의 시작을 알리는 버스트 프리앰블이 각 데이터의 앞부분에 존재한다. 따라서 사용자 단말기는 상기 데이터의 전송 시작점을 알기 위해서는 데이터 프리앰블을 수신하여야만 한다. 즉, 상기 사용자 단말기는 데이터의 수신을 위해 데이터의 시작점에 대한 동기를 맞추어야 하는데, 이를 위해서는 신호를 수신하기 전에 모든 시스템에서 공통으로 사용하는 프리앰블 시퀀스를 포착하여 동기를 맞추어야만 한다.

<11> 한편, 상기 OFDM 통신 시스템은 상기 OFDM 방식을 사용하지 않는 통신 시스템과 소스 코딩(source coding) 방식과, 채널 코딩(channel coding) 방식 및 변조(modulation) 방식 등에 있어서 동일하다. 물론, 부호 분할 다중 접속(CDMA: Code Division Multiple Access, 이하 "CDMA"라 칭하기로 한다) 통신 시스템에서는 데이터를 확산(spreading)하여 전송하는 반면에, 상기 OFDM 통신 시스템은 데이터를 역고속 푸리에 변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform, 이하 "IFFT"라 칭하기로 한다)한 후 보호 구간(Guard interval)을 삽입하는 형태로 전송함으로써, 상기 OFDM 통신 시스템은 상기 CDMA 통신 시스템에 비해서 광대역 신호를 비교적 간단한 하드웨어(hardware)로 전송할 수 있다. 즉, 상기 OFDM 통신 시스템은 데이터에 대한 변조를 수행한 후에는 다수의 비트(bit)/심볼(symbol)열을 묶어서 주파수 영역(frequency

domain)에 해당하는 IFFT 입력으로 병렬화된 비트/심볼열을 입력하면 출력으로 IFFT되어진 시간 영역(time domain) 신호가 출력된다. 여기서, 상기 출력된 시간영역 신호는 광대역 신호를 여러 개의 협대역(narrow band) 부반송파(sub-carrier) 신호로 멀티플렉싱한 것으로, 한 OFDM 심볼 구간동안 다수개의 변조 심볼들이 상기 IFFT과정을 통해 전송된다.

<12> 그러나 상기 OFDM 통신시스템에서 상기와 같이 IFFT된 OFDM 심볼을 그대로 전송하게되면 이전 OFDM 심볼과 현재 OFDM 심볼간에 간섭(interference)을 피할 수 없다. 상기 심벌간 간섭을 제거하기 위해서 상기 보호 구간을 삽입하는 것이다. 상기 보호 구간은 일정 구간의 널(null) 데이터를 삽입하는 형태로 제안되었으나, 상기 보호 구간에 널 데이터를 전송하는 형태는 수신기에서 OFDM 심벌의 시작점을 잘못 추정하는 경우 부반송파간에 간섭이 발생하여 수신 OFDM 심볼의 오판정 확률이 높아지는 단점이 있다. 그래서 상기 보호구간을 시간 영역의 OFDM 심볼의 마지막 $1/n$ 비트들을 복사하여 유효 OFDM 심벌에 삽입하는 형태의 "Cyclic Prefix" 방식이나 혹은 시간 영역의 OFDM 심볼의 처음 $1/n$ 비트들을 복사하여 유효 OFDM 심벌에 삽입하는 "Cyclic Postfix" 방식이 제안되어 사용되고 있다. 상기 보호구간을 시간 영역의 한 OFDM 심벌의 일부분, 즉 한 OFDM 심벌의 처음 부분 혹은 마지막 부분을 복사하여 반복 배치하는 형태의 특성을 이용하여 수신기에서 수신 OFDM 심벌의 시간/주파수 동기를 잡는데 이용할 수 도 있다.

<13> 한편, 송신 신호는 무선 채널을 통과하면서 왜곡되고, 수신기는 상기 왜곡된 송신 신호를 수신하게 된다. 상기 수신기는 상기 송신 신호가 왜곡된 형태의 수신 신호를 상기 송신기와 수신기간에 미리 설정되어 있는 프리앰블 시퀀스를 이용하여 시간/주파수 동기를 획득하고, 채널 추정한 후에 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform, 이하 "FFT"라 칭하기로 한다)을 통해서 주파수 영역의 심볼로 복조한다. 이렇게 주파수 영역의 심벌들을 복조한 후, 상

기 수신기는 상기 복조된 심볼들에 대해서 상기 송신기에서 적용한 채널 코딩에 상응하는 채널 디코딩(channel decoding) 및 소스 디코딩(source decoding)을 수행하여 정보 데이터로 복호한다.

<14> 상기 OFDM 통신 시스템은 프레임 타이밍 동기 및 주파수 동기와 채널 추정 모두에 있어 프리앰블 시퀀스를 이용한다. 물론 상기 OFDM 통신 시스템의 경우 프리앰블 이외에 보호 구간과 파일럿(pilot) 부반송파등을 이용하여 프레임 타이밍 동기 및 주파수 동기와 채널 추정 등을 수행하기도 한다. 상기 프리앰블 시퀀스의 경우 매 프레임 또는 데이터의 버스트의 시작부분에 미리 알고 있는(known) 심볼들이 전송되며 이때 추정된 시간/주파수/채널 정보를 데이터 전송 부분에서 보호 구간 및 파일럿 부반송파등의 정보를 이용하여 업데이트(update)하는데 사용한다.

<15> 그러면 여기서 도 1 및 도 2를 참조하여 현재 OFDM 통신 시스템에서 사용하고 있는 프리앰블 시퀀스 구조를 설명하기로 한다.

<16> 상기 도 1은 통상적인 OFDM 통신 시스템의 긴 프리앰블 시퀀스(long preamble sequence) 구조를 도시한 도면이다.

<17> 상기 도 1을 설명하기에 앞서, 현재 OFDM 시스템에서는 순방향(DL: Down Link) 및 역방향(UL: Up Link) 모두 짧은 프리앰블에 있어서 동일한 프리앰블 시퀀스를 사용하고 있다. 상기 도 1을 참조하면, 상기 긴 프리앰블 시퀀스는 64 길이의 시퀀스가 4번, 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태를 가지며, OFDM 통신 시스템의 특성상 상기에서 설명한 바와 같은 Cyclic Prefix가 상기 64 길이의 시퀀스가 4번 반복된 형태의 시퀀스 전단과, 상기 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태의 시퀀스 전단에 첨가되어 있다. 또한, 상기에서 설명한 바와 같이 IFFT를 수행하기 이전의 신호들은 주파수 영역 신호들이며, IFFT를 수행한 이후의 신호들은 시간 영

여러 신호들인데, 상기 도 1에 도시한 긴 프리앰블 시퀀스는 IFFT를 수행한 이후의 시간 영역에서의 긴 프리앰블 시퀀스를 도시한 것이다.

<18> 한편, 상기 IFFT를 수행하기 이전의 주파수 영역에서의 프리앰블 시퀀스를 나타내면 다음과 같다.

```

<19>
S(-100:100) = { +1+j,0,0,0,+1+j,0,0,0,+1+j,0,0,0,+1-j,0,0,0,-1+j,0,0,0,+1+j,0,0,0,
+1+j,0,0,0,+1+j,0,0,0,+1-j,0,0,0,-1+j,0,0,0,+1+j,0,0,0,+1+j,0,0,0,
+1+j,0,0,0,+1-j,0,0,0,-1+j,0,0,0,+1-j,0,0,0,+1-j,0,0,0,+1-j,0,0,0,
-1-j,0,0,0,+1+j,0,0,0,-1+j,0,0,0,-1+j,0,0,0,-1+j,0,0,0,+1+j,0,0,0,
-1-j,0,0,0,0,0,0,-1-j,0,0,0,+1-j,0,0,0,+1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,-1+j
0,0,0,+1-j,0,0,0,+1+j,0,0,0,-1+j,0,0,0,+1-j,0,0,0,-1-j,0,0,0,+1+j,
0,0,0,-1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,+1+j,0,0,0,+1-j,0,0,0,-1-j,0,0,0,+1-j,
0,0,0,+1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,-1+j,0,0,0,-1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,+1-
0,0,0,-1+j,0,0,0,+1+j}*sqrt(2)*sqrt(2)

```

<21> 상기 주파수 영역에서의 긴 프리앰블 시퀀스들, 즉 S(-100:100), P(-100:100)에 명시된 숫자는 IFFT 수행시 적용하는 부반송파 위치를 나타내는 것으로 이는 하기에서 도 4를 참조하여 설명할 것이므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 상기 S(-100:100)은 64 길이의 시퀀스가 4번 반복된 형태의 주파수 영역 시퀀스를 나타내며, P(-100:100)은 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태의 주파수 영역 시퀀스를 나타낸다.

<22> 상기에서는 도 1을 참조하여 긴 프리앰블 시퀀스 구조를 설명하였으며, 다음으로 도 2를 참조하여 짧은 프리앰블 시퀀스 구조를 설명하기로 한다.

- <23> 상기 도 2는 통상적인 OFDM 통신 시스템의 짧은 프리앰블 시퀀스(short preamble sequence) 구조를 도시한 도면이다.
- <24> 상기 도 2를 참조하면, 상기 짧은 프리앰블 시퀀스는 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태를 가지며, OFDM 통신 시스템의 특성상 상기에서 설명한 바와 같은 Cyclic Prefix가 상기 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태의 시퀀스 전단에 첨가되어 있다. 또한, 상기 도 2에 도시한 짧은 프리앰블 시퀀스는 IFFT를 수행한 이후의 시간 영역에서의 짧은 프리앰블 시퀀스를 도시한 것이며, 주파수 영역에서의 짧은 프리앰블 시퀀스는 상기 P(-100:100)이다.
- <25> 한편, 상기에서 설명한 바와 같은 프리앰블 시퀀스는 다음과 같은 사항들을 고려하여 생성되어야만 한다.
- <26> (1) 낮은 PAPR을 가져야만 한다.
- <27> OFDM 통신 시스템의 송신기 전송단의 전력 증폭기(PA: Power Amplifier)의 전송효율을 최대로하기 위해서 OFDM 심볼의 PAPR이 낮아야만 한다. 즉, IFFT가 수행된 신호는 전력 증폭기로 입력되고, 상기 전력 증폭기의 비선형(non-linear) 특성 때문에 낮은 PAPR이 요구되는 것이다. OFDM 심볼의 PAPR은 전송단의 IFFT 출력단에 해당하는 OFDM의 시간 영역 심볼의 최대 전력과 평균전력의 비율이 작아야하고, 상기 최대 전력과 평균전력의 비율이 작기 위해서는 균일한 분포를 가져야한다. 이를 다시 말하면, 전송단의 IFFT의 입력단, 즉 주파수영역에서 상호상관이 작은 심볼을 조합하면 출력의 PAPR은 작아지는 것이다.
- <28> (2) 통신 초기화에 필요한 파라미터(parameter) 추정에 적합해야 한다.
- <29> 상기 파라미터 추정은 채널 추정(channel estimation)과, 주파수 옵셋(frequency offset) 추정과, 시간 오프셋(time offset) 추정을 포함한다.

- <30> (3) 낮은 복잡도(complexity)와 낮은 오버헤드(overhead)를 가져야한다.
- <31> (4) 대략적 주파수 옵셋 추정이 가능해야 한다.
- <32> 상기와 같은 사항들을 고려하여 생성된 프리앰블 시퀀스들의 기능을 설명하면 다음과 같다.
- <33> (1) 64 길이의 시퀀스가 4번 반복된 형태의 시퀀스는 시간 옵셋 추정과 대략적 주파수 옵셋 추정을 위해 사용된다.
- <34> (2) 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태의 시퀀스는 미세 주파수 옵셋과 채널 추정을 위해 사용된다.
- <35> 결과적으로 상기 긴 프리앰블 시퀀스는 상기 OFDM 통신 시스템에서 다음과 같은 용도로 사용된다.
- <36> (1) 순방향 프로토콜 데이터 유닛(PDU: Protocol Data Unit, 이하 "PDU"라 칭하기로 한다)의 첫 번째 프리앰블 시퀀스로 사용된다.
- <37> (2) 초기 레인징(Ranging)에 사용된다.
- <38> (3) 자원(Resource)을 더 할당시키기 위해 주파수대를 요구하는데 사용된다.
- <39> 그리고 상기 짧은 프리앰블 시퀀스는 상기 OFDM 통신 시스템에서 다음과 같은 용도로 사용된다.
- <40> (1) 역방향 데이터 프리앰블 시퀀스(P-subch)로 사용된다.
- <41> (2) 주기적 레인징에 사용된다.
- <42> 한편, 상기 OFDM 통신 시스템에서 상기 초기 레인징과 주기적 레인징을 수행함으로써 정확한 동기를 획득할 수 있기 때문에, 상기 역방향 데이터 프리앰블 시퀀스는 채널 추정을 위한

목적으로 주로 사용된다. 상기 채널 추정에서 고려해야 할 사항은 PAPR, 성능 그리고 복잡도 인데, 기존의 짧은 프리앰블 시퀀스의 경우 PAPR은 3.5805[dB], 그리고 채널 추정 알고리즘으로는 MMSE(Minimum Mean Square Error, 이하 "MMSE"라 칭하기로 한다)와 LS(Least Square, 이하 "LS"라 칭하기로 한다) 등 다양한 형태의 채널 추정 알고리즘이 사용될 수 있다.

<43> 또한, 상기 OFDM 통신 시스템에서는 주파수 효율을 증가시키기 위해서 부분 채널화(sub-channelization) 방법을 사용한다. 여기서, 상기 부분 채널화란 주파수의 효율적인 사용을 위해 전체 부반송파를 여러 개의 부분 채널로 나누어 사용하는 방식으로 각 부분 채널은 전체 부반송파의 개수보다 작은 특정 수의 부 반송파를 포함한다. 일 예로, 상기 OFDM 통신 시스템의 전체 부반송파들의 개수가 256일 경우(-128, ..., 127), 실제 사용되는 부반송파들의 개수는 200(-100, ..., 100)이고 4개의 부분 채널들로 분리된다. 상기와 같은 경우 부분 채널을 할당하는 방식을 나타내면 다음과 같다.

<44> (1) 사용되는 전체 부분반송파들(200개) : -100, -99, ..., -1, 1, ..., 99, 100

<45> (2) 보호 구간: 왼쪽(28) : -128, ..., -101, 오른쪽(27) : 101, ..., 127

<46> (3) 부분 채널 할당

<47> ① 부분채널 1 : {-100, ..., -89}, {-50, ..., -39}, {1, ..., 13}, {51, ..., 63}

<48> ② 부분채널 2 : {-88, ..., -76}, {-38, ..., -26}, {14, ..., 25}, {64, ..., 75}

<49> ③ 부분채널 3: {-75, ..., -64}, {-25, ..., -14}, {26, ..., 38}, {76, ..., 88}

<50> ④ 부분채널 4: {-63, ..., -51}, {-13, ..., -1}, {39, ..., 50}, {89, ..., 100}

<51> 그러면 여기서 도 3을 참조하여 OFDM 통신 시스템에서 IFFT 수행시 부반송파들과 프리앰블 시퀀스와의 매핑관계를 설명하기로 한다.

<52> 상기 도 3은 통상적인 OFDM 통신 시스템에서 IFFT 수행시 부반송파들과 프리앰블 시퀀스 와의 매핑 관계를 개략적으로 도시한 도면이다.

<53> 상기 도 3은 OFDM 통신 시스템의 전체 부반송파들의 개수가 256개일 경우, 즉 -128, ..., 127까지의 256개의 부반송파들이 존재하고, 실제 사용되는 부반송파들의 개수가 200개 일 경우, 즉 -100, ..., 100까지의 200개의 부반송파들이 사용될 경우를 가정하고 있다. 상 기 도 3에서 IFFT 전단의 입력 번호들은 주파수 성분들, 즉 부반송파들 번호를 나타내고 있으며, 0번 부반송파에 널 데이터(null data), 즉 0 데이터(0 data)를 삽입하는 이유는 상기 0번 부반송파가 IFFT를 수행한 뒤에는 시간 영역에서 프리앰블 시퀀스의 기준점, 즉 시간 영역에서 DC 성분을 나타내기 때문이다. 또한 상기 실제 사용되는 200개의 부반송파들 중에서, 상기 0번 부반송파를 제외한 부반송파들, 즉 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127 까지의 27개의 부반송파들에도 역시 널 데이터가 삽입된다. 여기서, 상기 -128, ..., -101까 지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하는 이유는 상기 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파 들이 주파수 영역에서 높은 대역에 해당되기 때문에 주파수 영역에서 보호 구간을 주기 위함이다.

<54> 그래서 결과적으로 주파수 영역의 프리앰블 시퀀스 S(-100:100) 혹은 P(-100:100) 혹은 P1subch(-100:100) 혹은 P2subch(-100:100)가 상기 IFFT에 입력되면, 상기 IFFT는 입력되는 주파수 영역의 프리앰블 시퀀스 S(-100:100) 혹은 P(-100:100) 혹은 P1subch(-100:100) 혹은 P2subch(-100:100)를 해당 부반송파들에 매핑시켜 역고속 푸리에 변환함으로써 시간 영역의 프리앰블 시퀀스로 출력한다. 여기서, 상기 P1subch(-100:100)는 상기 부분 채널화 과정에서 부 분 채널이 1개 사용되는 경우의 주파수 영역의 프리앰블 시퀀스이며, 상기 P2subch(-100:100)

는 상기 부분 채널화 과정에서 부분 채널이 2개 사용되는 경우의 주파수 영역의 프리앰블 시퀀스이다.

<55> 그러면 여기서 도 4를 참조하여 OFDM 통신 시스템의 송신기 구조를 설명하기로 한다.

<56> 상기 도 4는 통상적인 OFDM 통신 시스템의 송신기 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

<57> 상기 도 4를 참조하면, 먼저 전송하고자 하는 정보 비트(information bit)가 발생하면, 상기 정보 비트는 심볼 대응기(411)로 입력된다. 상기 심볼 대응기(411)는 상기 입력되는 정보 비트를 심볼 변환한 뒤 직렬/병렬 변환기(serial to parallel converter)(413)로 출력한다. 상기 직렬/병렬 변환기(413)는 상기 심볼 대응기(411)에서 출력하는 심볼을 입력하여 N-포인트(N-point) 병렬 변환한 후 선택기(selector)(417)로 출력한다. 그리고 프리앰블 시퀀스 생성기(preamble sequence generator)(415)는 제어기(도시하지 않음)의 제어에 따라 해당하는 프리앰블 시퀀스를 생성한 후 상기 선택기(417)로 출력한다. 상기 선택기(417)는 해당 시점의 스케줄링(scheduling)에 따라 상기 직렬/병렬 변환기(413)에서 출력하는 신호 혹은 상기 프리앰블 시퀀스 생성기(415)에서 출력한 신호중 하나를 선택하여 IFFT(419)로 출력한다.

<58> 상기 IFFT(419)는 상기 직렬/병렬 변환기(413) 혹은 프리앰블 시퀀스 생성기(415)에서 출력한 신호를 입력하여 N-포인트 IFFT를 수행하여 병렬/직렬 변환기(parallel to serial converter)(421)로 출력한다. 또한, 상기 병렬/직렬 변환기(421)로는 상기 IFFT(419)에서 출력되는 신호 뿐만 아니라 Cyclick Prefix가 입력된다. 그러면 상기 병렬/직렬 변환기(421)는 상기 IFFT(419)에서 출력한 신호와 상기 Cyclick Prefix를 직렬 변환하여 디지털/아날로그 변환기(digital to analog converter)(423)로 출력한다. 상기 디지털/아날로그 변환기(423)는 상기 병렬/직렬 변환기(421)에서 출력한 신호를 입력하여 아날로그 변환한 후 RF 처리기(Radio Frequency processor)(425)로 출력한다. 여기서, 상기 RF 처리기(425)는 필터(filter) 등을 포

함하여 상기 디지털/아날로그 변환기(423)에서 출력한 신호를 실제 무선 상에서 전송가능하도록 RF 처리한 후 안테나(antenna)를 통해 전송한다.

<59> 한편, 상기 부분 채널이 사용되는 경우를 3가지 경우로 분류할 수 있는데 상기 3가지 경우는 다음과 같다.

<60> (1) 경우 1 : 4개의 부분 채널들 중 1개의 부분 채널만을 사용한다. 이때, 상기 1개의 부분 채널을 제외한 나머지 3개의 부분 채널들을 통해서는 널 데이터가 전송된다.

<61> (2) 경우 2 : 4개의 부분 채널들 중 2개의 부분 채널들만을 사용한다(부분 채널 1 + 부분 채널 3 혹은 부분 채널 2 + 부분 채널 4). 이때, 상기 2개의 부분 채널들을 제외한 나머지 부분 채널들을 통해서는 널 데이터가 전송된다.

<62> (3) 경우 3 : 4개의 부분 채널들 모두를 사용한다(일반적인 OFDM 통신 시스템).

<63> 상기 부분 채널화 과정에 사용되고 있는 기존의 짧은 프리앰블 시퀀스의 경우 부분 채널들 각각의 PAPR을 나타내면 하기 표 1과 같다. 이때, 상기 부분 채널들의 PAPR을 계산하는 과정에서 Cyclick Prefix는 고려하지 않는다.

<64> 【표 1】

부분 채널	PAPR[dB]
1	4.4092
2	5.8503
3	7.4339
4	6.9715
1+3	5.4292
2+4	5.9841
1+2+3+4	3.5805

<65> 상기 표 1에 나타낸 바와 같이, 부분 채널들의 PAPR들은 가장 열악할 경우 7.4339[dB]이기 때문에, 기존의 짧은 프리앰블 시퀀스를 부분 채널화 과정에 그대로 사용한다는 것은 PAPR

특성을 열화시키고, 따라서 프리앰블 시퀀스로서 가장 최우선 고려되어야하는 낮은 PAPR을 만족하지 못하기 때문에 새로운 형태의 짧은 프리앰블 시퀀스의 필요성이 대두되고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <66> 따라서, 본 발명의 목적은 직교 주파수 분할 다중 통신 시스템의 부분채널화 과정에서 프리앰블 시퀀스를 생성하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <67> 본 발명의 다른 목적은 직교 주파수 분할 다중 통신 시스템에서 최소 피크대 평균 전력비를 가지는 짧은 프리앰블 시퀀스를 생성하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <68> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 장치는; 제1개수의 부반송파들을 가지며, 제2개수의 부분 채널들을 가지는 직교 주파수 분할 다중 통신시스템에서 프리앰블 시퀀스를 생성하는 장치에 있어서, 상기 제2개수의 부분 채널들 중 상기 제2개수 미만의 제3개수의 부분 채널들을 할당할 경우 제4개수의 성분들을 가지는 프리앰블 시퀀스를 생성하는 프리앰블 시퀀스 생성기와, 상기 제1개수의 부반송파들 중 미리 설정된 부반송파들에 주파수 대역에서 보호구간을 주기 위해 널 데이터를 삽입하고, 상기 제3개수에 상응하게 상기 프리앰블 시퀀스에서 제5개수의 성분들을 결정하여 상기 널 데이터가 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 삽입하고, 상기 널 데이터와, 제5개수의 성분들이 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 다시 널 데이터를 삽입한 후 역고속 푸리에 변환하는 역고속 푸리에 변환기를 포함함을 특징으로 한다.
- <69> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 방법은; 제1개수의 부반송파들을 가지며, 제2개수의 부분 채널들을 가지는 직교 주파수 분할 다중 통신시스템에서 프리앰블 시퀀스를 생성하는 방법에 있어서, 상기 제2개수의 부분 채널들 중 상기 제2개수 미만의 제3개수의 부분 채

널들을 할당할 경우 제4개수의 성분들을 가지는 프리앰블 시퀀스를 생성하는 과정과, 상기 제1개수의 부반송파들 중 미리 설정된 부반송파들에 주파수 대역에서 보호구간을 주기 위해 널 데이터를 삽입하고, 상기 제3개수에 상응하게 상기 프리앰블 시퀀스에서 제5개수의 성분들을 결정하여 상기 널 데이터가 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 삽입하고, 상기 널 데이터와, 제5개수의 성분들이 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 다시 널 데이터를 삽입한 후 역고속 푸리에 변환하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <70> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기의 설명에서는 본 발명에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 훌트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.
- <71> 본 발명은 직교 주파수 분할 다중(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 "OFDM"이라 칭하기로 한다) 통신 시스템에서 역방향(UL: Up Link) 부분 채널화(sub channelization) 과정에서 최소 피크대 평균 전력비(PAPR: Peak to Average Power Ratio, 이하 "PAPR"이라 칭하기로 한다)를 가지는 프리앰블 시퀀스(preamble sequence)를 제안한다.
- <72> 상기 프리앰블 시퀀스는 상기에서 설명한 바와 같이 긴 프리앰블 시퀀스(long preamble sequence)와 짧은 프리앰블 시퀀스(short preamble sequence)의 2가지 종류가 존재하며, 상기 긴 프리앰블 시퀀스는 상기 도 1에서 설명한 바와 같이 64 길이의 시퀀스가 4번, 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태를 가지며, OFDM 통신 시스템의 특성상 Cyclic Prefix가 상기 64 길이의 시퀀스가 4번 반복된 형태의 시퀀스 전단과, 상기 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태

의 시퀀스 전단에 첨가되어 있다. 또한 상기 짧은 프리앰블 시퀀스는 상기 도 2에서 설명한 바와 같이 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태를 가지며, OFDM 통신 시스템의 특성상 상기에서 설명한 바와 같은 Cyclic Prefix가 상기 128 길이의 시퀀스가 2번 반복된 형태의 시퀀스 전단에 첨가되어 있다.

<73> 상기 부분 채널화 방법은 상기 종래 기술 부분에서 설명한 바와 같이 OFDM 통신 시스템에서 주파수 사용의 효율을 증가시키기 위해서 사용된다. 일 예로, 상기 OFDM 통신 시스템의 전체 부반송파(sub-carrier)들의 개수가 256일 경우(-128, ..., 127), 실제 사용되는 부분반송파들의 개수는 200(-100, ..., 100)이고 4개의 부분채널(sub channel)들로 분리된다. 상기와 같은 경우 부분 채널을 할당하는 방식을 나타내면 다음과 같다.

<74> (1) 사용되는 전체 부분반송파들(200개) : -100, -99, ..., -1, 1, ..., 99, 100

<75> (2) 보호 구간(Guard interval): 왼쪽(28) : -128, ..., -101, 오른쪽(27) : 101, ..., 127

<76> (3) 부분 채널 할당

<77> ① 부분채널 1 : {-100, ..., -89}, {-50, ..., -39}, {1, ..., 13}, {51, ..., 63}

<78> ② 부분채널 2 : {-88, ..., -76}, {-38, ..., -26}, {14, ..., 25}, {64, ..., 75}

<79> ③ 부분채널 3: {-75, ..., -64}, {-25, ..., -14}, {26, ..., 38}, {76, ..., 88}

<80> ④ 부분채널 4: {-63, ..., -51}, {-13, ..., -1}, {39, ..., 50}, {89, ..., 100}

<81> 그러면, 여기서 첫 번째로 상기 OFDM 통신 시스템의 부분 채널화 과정에서 1개의 부분채널만을 사용할 경우 본 발명은 다음과 같은 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙을 제안한다.

<82> <제1 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>

<83>

```
P1subch(-100:100)={  

  -1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 [-100:-89] 부분채널 1  

  -1 0 -1 0 -1 0 1 0 0 -1 0 1 0 1 [-88:-76] 부분채널 2  

  0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0 1 [-75:-64] 부분채널 3  

  0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0 0 [-63:-51] 부분채널 4  

  1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 [-50:-39] 부분채널 1  

  -1 0 1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 -1 0 [-38:-26] 부분채널 2  

  0 -1 0 1 0 -1 0 -1 0 1 0 0 1 0 [-25:-14] 부분채널 3  

  0 1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 0 [-13:-1] 부분채널 4  

  0  

  0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 0 [1:13] 부분채널 1  

  1 0 -1 0 -1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 [14:25] 부분채널 2  

  -1 0 1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0 [-26:38] 부분채널 3  

  0 1 0 -1 0 1 0 1 0 0 -1 0 -1 0 [39:50] 부분채널 4  

  0 -1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 [51:63] 부분채널 1  

  1 0 -1 0 1 0 1 0 1 0 -1 0 0 0 [64:75] 부분채널 2  

  -1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 [-76:88] 부분채널 3  

  0 -1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 [89:100] 부분채널 4  

} *sqrt(2)*sqrt(2)
```

<84>

상기 프리앰블 시퀀스, 즉 짧은 프리앰블 시퀀스(short preamble sequence)

P1subch(-100:100)에는 부분 채널 할당 방식에 따른 시퀀스 구조가 개시되어 있다.

<85>

두 번째로, 상기 OFDM 통신 시스템의 부분 채널화 과정에서 2개의 부분 채널들을 사용할

경우 본 발명은 다음과 같은 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙을 제안한다.

<86>

<제2 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>

<87>

```
P2subch(-100:100)={  

  -1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 [-100:-89] 부분채널1+부분채널3  

  -1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 [-88:-76] 부분채널2+부분채널4  

  0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 1 [-75:-64] 부분채널1+부분채널3  

  0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 0 1 0 -1 0 [-63:-51] 부분채널2+부분채널4  

  1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 0 -1 0 0 [-50:-39] 부분채널1+부분채널3  

  -1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 0 -1 0 [-38:-26] 부분채널2+부분채널4  

  0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 0 -1 0 [-25:-14] 부분채널1+부분채널3  

  0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 0 1 0 -1 0 [-13:-1] 부분채널2+부분채널4  

  0  

  0 1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 0 [1:13] 부분채널1+부분채널3  

  1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 1 0 [14:25] 부분채널2+부분채널4  

  -1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 1 0 [-26:38] 부분채널1+부분채널3  

  0 1 0 1 0 -1 0 1 0 0 1 0 1 0 [39:50] 부분채널2+부분채널4  

  0 1 0 1 0 -1 0 1 0 0 -1 0 1 0 [51:63] 부분채널1+부분채널3  

  -1 0 -1 0 -1 0 -1 0 1 0 0 -1 0 0 [-64:75] 부분채널2+부분채널4  

  -1 0 -1 0 -1 0 1 0 0 -1 0 0 -1 0 [-76:88] 부분채널1+부분채널3  

  0 1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 0 -1 0 [-89:100] 부분채널2+부분채널4  

} *sqrt(2)*sqrt(2)
```

<88>

상기 프리앰블 시퀀스, 즉 짧은 프리앰블 시퀀스 P2subch(-100:100)에는 부분 채널 할당

방식에 따른 시퀀스 구조가 개시되어 있다. 상기 P1subch(-100:100) 및 P2subch(-100:100)는 주파수 영역(frequency domain)에서의 짧은 프리앰블 시퀀스이다. 여기서, 상기 OFDM 통신 시스템은 역고속 푸리에 변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform, 이하 "IFFT"라 칭하기로

한다)을 수행하기 이전의 신호들은 주파수 영역 신호들이며, IFFT를 수행한 이후의 신호들은 시간 영역(time domain) 신호들이다.

<89> 한편, 상기 OFDM 통신 시스템의 부분 채널화 과정에서 4개의 부분 채널들을 모두 사용하는 경우는 종래의 일반적인 OFDM 시스템과 동일하므로 종래의 짧은 프리앰블 시퀀스를 그대로 사용하므로, 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

<90> 다음으로 도 5를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신 시스템에서 IFFT 수행시 부반송파들과 프리앰블 시퀀스와의 매핑관계를 설명하기로 한다.

<91> 상기 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDM 통신 시스템에서 IFFT 수행시 부반송파들과 프리앰블 시퀀스와의 매핑 관계를 개략적으로 도시한 도면이다.

<92> 상기 도 5는 OFDM 통신 시스템의 전체 부반송파들의 개수가 256개일 경우, 즉 -128, ..., 127까지의 256개의 부반송파들이 존재하고, 실제 사용되는 부반송파들의 개수가 200개일 경우, 즉 -100, ...-1, ..., 100까지의 200개의 부반송파들이 사용될 경우를 가정하고 있다. 상기 도 5에서 IFFT 전단의 입력 번호들은 주파수 성분들, 즉 부반송파들 번호를 나타내고 있으며, 0번 부반송파에 널 데이터(null data), 즉 0 데이터(0 data)를 삽입하는 이유는 상기 0번 부반송파가 IFFT를 수행한 뒤에는 시간 영역에서 프리앰블 시퀀스의 기준점, 즉 시간 영역에서 DC 성분을 나타내기 때문이다. 또한 상기 실제 사용되는 200개의 부반송파들 중에서, 상기 0번 부반송파를 제외한 부반송파들, 즉 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에도 역시 널 데이터가 삽입된다. 여기서, 상기 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하는 이유는 상기 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들이 주파수 영역에서 높은 대역에 해당되기 때문에 주파수 영역에서 보호 구간을

주기 위함이다. 그래서 결과적으로 주파수 영역의 프리앰블 시퀀스 $P(-100:100)$ 혹은 $P1subch(-100:100)$ 혹은 $P2subch(-100:100)$ 가 상기 IFFT에 입력되면, 상기 IFFT는 입력되는 주파수 영역의 프리앰블 시퀀스 $P(-100:100)$ 혹은 $P1subch(-100:100)$ 혹은 $P2subch(-100:100)$ 를 해당 부반송파들에 매핑시켜 역고속 푸리에 변환함으로써 시간 영역의 프리앰블 시퀀스로 출력한다.

<93> 그러면 여기서, 상기 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 시퀀스의 부반송파들과의 매핑 관계를 상세하게 설명하기로 한다.

<94> (1) 모든 부분 채널들, 즉 4개의 부분 채널들을 사용할 경우

<95> 통상적인 OFDM 통신 시스템과 동일하게 프리앰블 시퀀스 $P(-100:100)$ 를 부반송파들에 매핑한다. 상기 프리앰블 시퀀스 $P(-100:100)$ 를 부반송파들에 매핑하는 과정은 보호 구간 성분들인 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하고, 나머지 200개의 부반송파들에 상기 프리앰블 시퀀스 $P(-100:100)$ 를 매핑시키는 것이다. 단, 상기 $P(-100:100)$ 의 0번 부반송파에는 시간 영역의 DC 성분이 고려되도록 널 데이터(0 데이터)가 삽입되어 있다.

<96> (2) 1개의 부분 채널을 사용할 경우

<97> 상기 1개의 부분 채널을 사용할 경우 프리앰블 시퀀스 $P1subch(-100:100)$ 를 부반송파들에 매핑한다. 상기 프리앰블 시퀀스 $P1subch(-100:100)$ 를 부반송파들에 매핑하는 과정은 보호 구간 성분들인 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하는 과정에서는 통상적인 OFDM 통신 시스템과 동일하다. 그러나 나머지 200개의 부반송파들에 상기 프리앰블 시퀀스 $P1subch(-100:100)$ 를 매핑할 때 상기 <제1

프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>을 적용한다. 단, 상기 P1subch(-100:100)의 0번 부반송파에는 시간 영역의 DC 성분이 고려되도록 널 데이터(0 데이터)가 삽입되어 있다.

<98> 일 예로, 상기 4개의 부분 채널들 중에서 부분 채널 1이 할당되었을 경우에는 상기 <제1 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>에서 나타낸 바와 같이 상기 P1subch(-100:100)의 해당 시퀀스만을 해당 부반송파들에 매핑한다. 즉, -100, ..., -89까지의 부반송파들에는 -1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0, -1, 0, -1, 0이 각각 매핑되고, -50, ..., -39까지의 부반송파들에는 1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0, 1, 0, -1, 0이 각각 매핑되고, 1, ..., 13까지의 부반송파들에는 0, 1, 0, -1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0, -1, 0, 1, 0, -1, 0이 각각 매핑되고, 51, ..., 63까지의 부반송파들에는 0, -1, 0, -1, 0, -1, 0, -1, 0, 1, 0, -1, 0이 각각 매핑된다. 그리고 상기 -100, ..., -89까지의 부반송파들과, -50, ..., -39까지의 부반송파들과, 1, ..., 13까지의 부반송파들 및 51, ..., 63까지의 부반송파들을 제외한 나머지 부반송파들에는 널 데이터를 삽입한다.

<99> (3) 2개의 부분 채널들을 사용할 경우

<100> 상기 2개의 부분 채널들을 사용할 경우 P2subch(-100:100)를 부반송파들에 매핑한다. 상기 프리앰블 시퀀스 P2subch(-100:100)를 부반송파들에 매핑하는 과정은 보호 구간 성분들인 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하는 과정에서는 통상적인 OFDM 통신 시스템과 동일하다. 단, 상기 P2subch(-100:100)의 0번 부반송파에는 시간 영역의 DC 성분이 고려되도록 널 데이터(0 데이터)가 삽입되어 있다. 그러나 나머지 200개의 부반송파들에 상기 프리앰블 시퀀스 P2subch(-100:100)를 매핑할 때 <제2 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>을 적용한다.

- <101> 일 예로, 상기 4개의 부분 채널들 중에서 부분 채널 1과 부분 채널 3이 할당되었을 경우에는 상기 <제2 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>에서 나타낸 바와 같이 상기 P2subch(-100:100)의 해당 시퀀스만을 해당 부반송파들에 매핑한다. 즉, -100, ..., -89까지의 부반송파들에는 -1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0, 1, 0, -1, 0이 각각 매핑되고, -50, ..., -39까지의 부반송파들에는 1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0, -1, 0이 각각 매핑되고, 1, ..., 13까지의 부반송파들에는 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0, 1, 0, 1, 0이 각각 매핑되고, 51, ..., 63까지의 부반송파들에는 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0, 1, 0, -1, 0, 1, 0이 각각 매핑된다. 그리고 상기 -100, ..., -89까지의 부반송파들과, -50, ..., -39까지의 부반송파들과, 1, ..., 13까지의 부반송파들 및 51, ..., 63까지의 부반송파들을 제외한 나머지 부반송파들에는 널 데이터를 삽입한다.
- <102> 결과적으로 종래 기술과는 달리 본원발명과 같이 서브 채널 할당에 따라 프리앰블 시퀀스를 부반송파들에 매핑함으로써 프리앰블 시퀀스의 PAPR을 낮춤으로써, OFDM 통신 시스템 성능을 향상시키게 된다.
- <103> 상기 부분 채널화 과정에 사용되고 있는 본 발명의 짧은 프리앰블 시퀀스의 경우 부분 채널들 각각의 PAPR을 나타내면 하기 표 2와 같다. 이때, 상기 부분 채널들의 PAPR을 계산하는 과정에서 Cyclic Prefix는 고려하지 않는다.
- <104> 【표 2】

부분 채널	PAPR[dB]
1	2.3889
2	2.3230
3	2.3230
4	2.3889
1+3	3.0551
2+4	3.0582

<105> 그러면 여기서 도 6을 참조하여 본 발명에 따른 프리앰블 시퀀스 생성 과정을 설명하기로 한다.

<106> 상기 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 프리앰블 시퀀스 매핑 과정을 도시한 도면이다.

<107> 상기 도 6을 참조하면, 먼저 611단계에서 송신기는 송신할 신호가 역방향 신호인지를 검사한다. 상기 검사 결과 상기 송신할 신호가 역방향 신호가 아닐 경우, 즉 순방향 신호일 경우 상기 송신기는 613단계로 진행한다. 상기 613단계에서 상기 송신기는 상기 순방향 신호에 대해서 해당하는 프리앰블 시퀀스, 즉 $S(-100:100)$ 혹은 $P(-100:100)$ 를 IFFT로 입력하여, 상기 IFFT 수행시 상기 해당하는 프리앰블 시퀀스가 해당 부반송파들에 매핑되도록 제어하고 종료한다. 상기 611단계에서 검사 결과 상기 송신할 신호가 역방향 신호일 경우 상기 송신기는 615단계로 진행한다. 상기 615단계에서 상기 송신기는 역방향 신호 송신시 부분 채널들을 전부 할당하는지를 검사한다. 상기 검사 결과 상기 역방향 신호 송신시 부분 채널들을 전부 할당할 경우 상기 송신기는 617단계로 진행한다. 상기 617단계에서 상기 송신기는 상기 도 5에서 설명한 바와 같이 통상적인 OFDM 통신 시스템과 동일하게 프리앰블 시퀀스 $P(-100:100)$ 를 부반송파들에 매핑하도록 제어하고 종료한다. 즉, 상기 송신기는 시간 영역의 DC 성분인 0번 부반송파에 널 데이터를 삽입하고, 보호 구간 성분들인 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하고, 나머지 200개의 부반송파들에 상기 프리앰블 시퀀스 $P(-100:100)$ 를 매핑시키는 것이다.

<108> 한편, 상기 615단계에서 검사 결과 역방향 신호 송신시 부분 채널들을 전부 할당하지 않을 경우 상기 송신기는 619단계로 진행한다. 상기 619단계에서 상기 송신기는 상기 역방향 신호 송신시 부분 채널을 1개 할당하는지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 역방향 신호 송신시 부

분 채널을 1개 할당할 경우 621단계로 진행한다. 상기 621단계에서 상기 송신기는 상기 시간 영역의 DC 성분인 0번 부반송파에 널 데이터를 삽입하고, 보호 구간 성분들인 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하고, 나머지 200개의 부반송파들에 상기 프리앰블 시퀀스 P1subch(-100:100)를 상기 <제1 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>에 상응하게 매핑하도록 제어하고 종료한다. 여기서, 상기 프리앰블 시퀀스 P1subch(-100:100)를 상기 <제1 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>에 상응하게 매핑하는 과정은 상기 도 5에서 설명하였으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

<109> 한편, 상기 619단계에서 검사 결과 상기 역방향 신호 송신시 부분 채널을 1개 할당하지 않았을 경우, 즉 2개 할당하였을 경우 상기 송신기는 623단계로 진행한다. 상기 623단계에서 상기 송신기는 상기 시간 영역의 DC 성분인 0번 부반송파에 널 데이터를 삽입하고, 보호 구간 성분들인 -128, ..., -101까지의 28개의 부반송파들과, 101부터 127까지의 27개의 부반송파들에 널 데이터를 삽입하고, 나머지 200개의 부반송파들에 상기 프리앰블 시퀀스 P2subch(-100:100)를 상기 <제2 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>에 상응하게 매핑하도록 제어하고 종료한다. 여기서, 상기 프리앰블 시퀀스 P2subch(-100:100)를 상기 <제2 프리앰블 시퀀스 매핑 규칙>에 상응하게 매핑하는 과정은 상기 도 5에서 설명하였으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

【발명의 효과】

<110> 상술한 바와 같은 본 발명은, OFDM 통신 시스템에서 역방향 부분 채널화 과정에서 부분 채널을 할당하는 모든 경우들 각각에 최소 PAPR을 가지는 프리앰블 시퀀스를 제안하여 프리앰블 시퀀스 특성을 향상시킨다는 이점을 가진다. 또한, 본 발명은 역방향 부분 채널화 과정에서 발생할 수 있는 모든 부분 채널 할당 경우마다 상이한 프리앰블 시퀀스를 제안하여 프리앰블

1020020059615

출력 일자: 2003/9/25

시퀀스 생성의 제약 조건을 최소화하며, 또한 프리앰블 시퀀스를 간단한 방식으로 생성할 수 있다는 이점을 가진다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

제1개수의 부반송파들을 가지며, 제2개수의 부분 채널들을 가지는 직교 주파수 분할 다중 통신시스템에서 프리앰블 시퀀스를 생성하는 장치에 있어서,

상기 제2개수의 부분 채널들 중 상기 제2개수 미만의 제3개수의 부분 채널들을 할당할 경우 제4개수의 성분들을 가지는 프리앰블 시퀀스를 생성하는 프리앰블 시퀀스 생성기와,

상기 제1개수의 부반송파들 중 미리 설정된 부반송파들에 부반송파들간 간섭제거를 위한 널 데이터를 삽입하고, 상기 제3개수에 상응하게 상기 프리앰블 시퀀스에서 제5개수의 성분들을 결정하여 상기 널 데이터가 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 삽입하고, 상기 널 데이터와, 제5개수의 성분들이 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 다시 널 데이터를 삽입한 후 역고속 푸리에 변환하는 역고속 푸리에 변환기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 프리앰블 시퀀스 생성기는 상기 제1개수가 256이고, 제2개수가 4이고, 상기 제3개수가 1일 경우 상기 프리앰블 시퀀스는 하기 P1subch(-100:100)와 같이 생성함을 특징으로 하는 상기 장치.

```
P1subch(-100:100)={  
  -1   0   1   0   1   0   -1   0   -1   0   -1   0  
  -1   0   -1   0   -1   0   1   0   -1   0   1   0  
  0   -1   0   -1   0   1   0   -1   0   -1   0   -1  
  0   -1   0   1   0   1   0   -1   0   -1   0   -1  
  1   0   1   0   1   0   -1   0   1   0   -1   0  
  -1   0   1   0   -1   0   -1   0   1   0   -1   0  
  0   -1   0   1   0   -1   0   -1   0   1   0   1  
  0   1   0   1   0   1   0   -1   0   1   0   -1  
  0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0  
  0   1   0   -1   0   1   0   1   0   -1   0   0  
  1   0   -1   0   -1   0   1   0   1   0   1   0  
  -1   0   1   0   1   0   1   0   -1   0   -1   0  
  0   1   0   -1   0   1   0   1   0   -1   0   -1  
  0   -1   0   -1   0   -1   0   -1   0   1   0   -1  
  1   0   -1   0   1   0   1   0   1   0   -1   0  
  -1   0   1   0   1   0   1   0   0   -1   0   1  
  0   -1   0   -1   0   -1   0   -1   0   1   0   -1  
} *sqrt(2)*sqrt(2)
```

단, $-n$: n 은 $-n$ 번째 부반송파에서 n 번째 부반송파까지의 부반송파들을 나타냄.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 역고속 푸리에 변환기는 상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제1부분 채널일 경우 상기 P1subch(-100:100)의 제1열 (column)과, 제5열과, 제10열 및 제14열에 나타낸 성분들을 [-100:-89], [-50:-39], [1:13].[51:63]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 4】

제2항에 있어서,

상기 역고속 푸리에 변환기는 상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제2부분 채널일 경우 상기 P1subch(-100:100)의 제2열 (column)과, 제6열과, 제11열 및 제15열에 나타낸 성분들을 [-88:-76],

[−38:−26],[14:25].[64:75]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 5】

제2항에 있어서,

상기 역고속 푸리에 변환기는 상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제3부분 채널일 경우 상기 P1subch(−100:100)의 제3열(column)과, 제7열과, 제12열 및 제16열에 나타낸 성분들을 [−75:−64],
[−25:−14],[26:38].[76:88]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 6】

제2항에 있어서,

상기 역고속 푸리에 변환기는 상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제4부분 채널일 경우 상기 P1subch(−100:100)의 제4열(column)과, 제8열과, 제13열 및 제17열에 나타낸 성분들을 [−63:−51],
[−13:−1],[39:50].[89:100]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 프리앰블 시퀀스 생성기는 상기 제1개수가 256이고, 제2개수가 4이고, 상기 제3개수가 2일 경우 상기 프리앰블 시퀀스는 하기 P2subch(-100:100)와 같이 생성함을 특징으로 하는 상기 장치.

```
P2subch(-100:100)={  
-1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0  
-1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1  
0 -1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1  
0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0  
1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0  
-1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1  
0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1  
0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0  
0  
0 1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0  
1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0  
-1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1  
0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 1 0 1 0  
0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0  
-1 0 -1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0  
-1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1  
0 1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0  
}*sqrt(2)*sqrt(2)
```

단, $-n$: n 은 $-n$ 번째 부반송파에서 n 번째 부반송파까지의 부반송파들을 나타냄.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 역고속 푸리에 변환기는 상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널들이 제1부분 채널과 제3부분 채널일 경우 상기 P2subch(-100:100)의 제1열(column)과, 제3열과, 제5열과, 제7열과, 제10열과, 제12열과, 제14열 및 제16열에 나타낸 성분들을 [-100:-89], [-75:-64], [-50:-39], [-25:-14], [1:13],

[26:38], [51:63], [76:88]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 9】

제7항에 있어서,

상기 역고속 푸리에 변환기는 상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널들이 제2부분 채널과 제4부분 채널일 경우 상기 P2subch(-100:100)의 제2열(column)과, 제4열과, 제6열과, 제8열과, 제11열과, 제13열과, 제15열 및 제17열에 나타낸 성분들을 [-88:-76], [-63:-51], [-38:-26], [-13:-1], [14:25], [39:50], [64:75], [89:100]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 10】

제1개수의 부반송파들을 가지며, 제2개수의 부분 채널들을 가지는 직교 주파수 분할 다중 통신시스템에서 프리앰블 시퀀스를 생성하는 방법에 있어서,

상기 제2개수의 부분 채널들 중 상기 제2개수 미만의 제3개수의 부분 채널들을 할당할 경우 제4개수의 성분들을 가지는 프리앰블 시퀀스를 생성하는 과정과,

상기 제1개수의 부반송파들 중 미리 설정된 부반송파들에 부반송파들간 간섭 제거를 위한 널 데이터를 삽입하고, 상기 제3개수에 상응하게 상기 프리앰블 시퀀스에서 제5개수의 성분들을 결정하여 상기 널 데이터가 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 삽입하고, 상기 널 데이터와, 제5개수의 성분들이 삽입된 부반송파들 이외의 부반송파들에 다시 널 데이터를 삽입한

후 역고속 푸리에 변환하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 제1개수가 256이고, 제2개수가 4이고, 상기 제3개수가 1일 경우 상기 프리앰블 시퀀스는 하기 P1subch(-100:100)와 같이 생성됨을 특징으로 하는 상기 방법.

```
P1subch(-100:100)={  
    -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0  
    -1 0 -1 0 -1 0 1 0 0 -1 0 1 0 1  
    0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0 -1  
    0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0 -1 0  
    1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 0 -1 0  
    -1 0 1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 0 -1 0 -1  
    0 -1 0 1 0 -1 0 -1 0 1 0 0 1 0 1  
    0 1 0 1 0 0 -1 0 1 0 0 -1 0 -1 0  
    0  
    0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0  
    1 0 -1 0 -1 0 1 0 1 0 1 0 1 0  
    -1 0 1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0 -1  
    0 1 0 -1 0 1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1  
    0 -1 0 -1 0 -1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0  
    1 0 -1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 -1 0 0  
    -1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 -1 0 0 -1 0 1  
    0 -1 0 -1 0 0 -1 0 0 -1 0 1 0 0 -1 0}
```

}*sqrt(2)*sqrt(2)

단, $-n$: n 은 $-n$ 번째 부반송파에서 n 번째 부반송파까지의 부반송파들을 나타냄.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제1부분 채널일 경우 상기 P1subch(-100:100)의 제1열(column)과, 제5열과, 제10열

및 제14열에 나타낸 성분들을 [-100:-89], [-50:-39], [1:13]. [51:63]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 13】

제11항에 있어서,

상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제2부분 채널일 경우 상기 P1subch(-100:100)의 제2열(column)과, 제6열과, 제11열 및 제15열에 나타낸 성분들을 [-88:-76], [-38:-26], [14:25]. [64:75]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 14】

제11항에 있어서,

상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제3부분 채널일 경우 상기 P1subch(-100:100)의 제3열(column)과, 제7열과, 제12열 및 제16열에 나타낸 성분들을 [-75:-64], [-25:-14], [26:38]. [76:88]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 15】

제11항에 있어서,

상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널이 제4부분 채널일 경우 상기 P1subch(-100:100)의 제4열(column)과, 제8열과, 제13열 및 제17열에 나타낸 성분들을 [-63:-51], [-13:-1],[39:50].[89:100]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 16】

제10항에 있어서,

상기 제1개수가 256이고, 제2개수가 4이고, 상기 제3개수가 2일 경우 상기 프리앰블 시퀀스는 하기 P2subch(-100:100)와 같이 생성됨을 특징으로 하는 상기 방법.

```
P2subch(-100:100)={  
-1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0  
-1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1  
0 -1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1  
0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0  
1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1 0  
-1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1  
0 -1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1  
0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1 0  
0  
0 1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0  
1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0  
-1 0 1 0 1 0 -1 0 1 0 1 0 -1  
0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 1 0 1  
0 1 0 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0  
-1 0 -1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0  
-1 0 -1 0 -1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1  
0 1 0 1 0 1 0 -1 0 -1 0 -1}
```

}*sqrt(2)*sqrt(2)

단, $-n$: n 은 $-n$ 번째 부반송파에서 n 번째 부반송파까지의 부반송파들을 나타냄.

【청구항 17】

제16항에 있어서,

상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널들이 제1부분 채널과 제3부분 채널일 경우 상기 P2subch(-100:100)의 제1열(column)과, 제3열과, 제5열과, 제7열과, 제10열과, 제12열과, 제14열 및 제16열에 나타낸 성분들을 [-100:-89], [-75:-64], [-50:-39], [-25:-14], [1:13], [26:38], [51:63], [76:88]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 18】

제16항에 있어서,

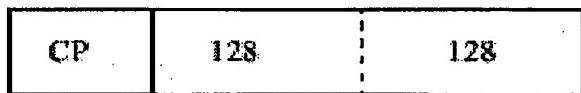
상기 4개의 부분 채널들이 제1부분 채널 내지 제4부분 채널로 구성되었을 때, 상기 할당할 부분 채널들이 제2부분 채널과 제4부분 채널일 경우 상기 P2subch(-100:100)의 제2열(column)과, 제4열과, 제6열과, 제8열과, 제11열과, 제13열과, 제15열 및 제17열에 나타낸 성분들을 [-88:-76], [-63:-51], [-38:-26], [-13:-1], [14:25], [39:50], [64:75], [89:100]의 부반송파들에 매핑함을 특징으로 하는 상기 방법.

【도면】

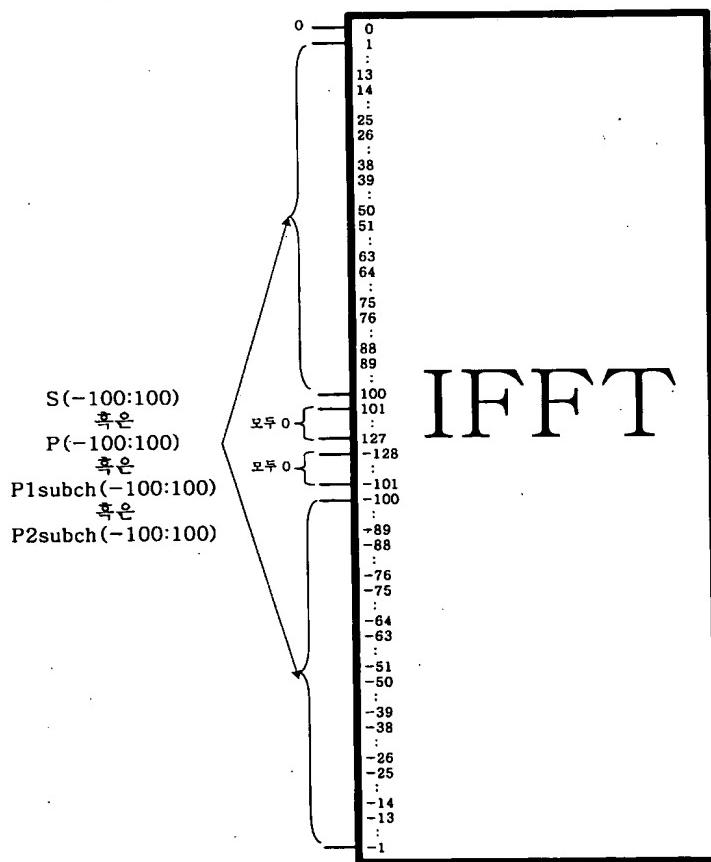
【도 1】



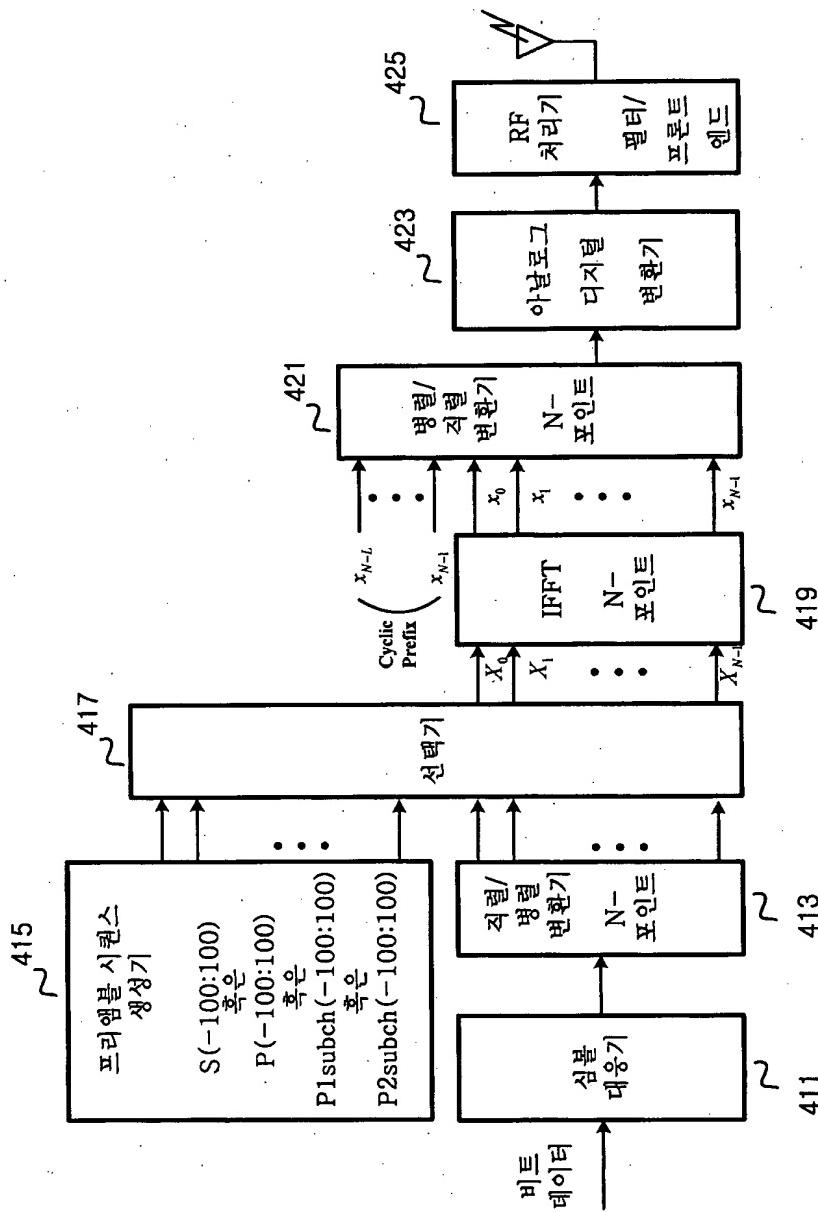
【도 2】



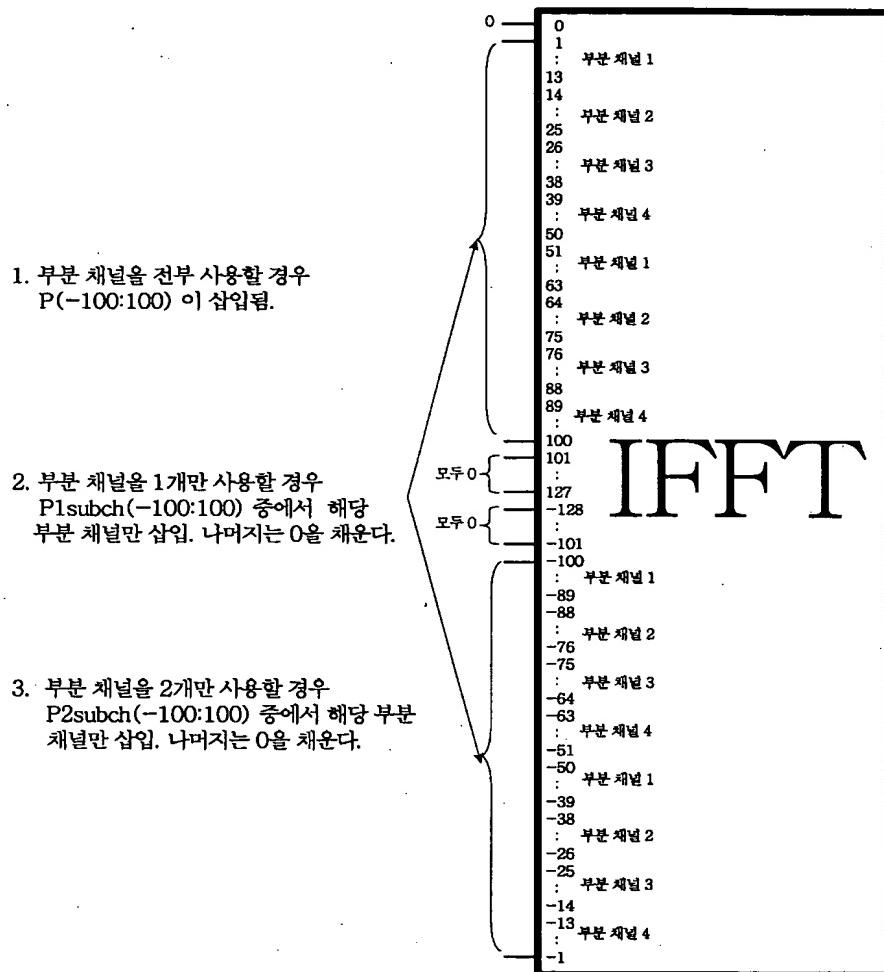
【도 3】



【H 4】



【도 5】



【도 6】

